

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 766 843

②1 N° d'enr gistement national : 97 09617

⑤1 Int Cl⁶ : C 22 C 38/38

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29.07.97.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.02.99 Bulletin 99/05.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : USINOR SOCIETE ANONYME — FR
et UGINE SAVOIE — FR.

⑦2 Inventeur(s) : CHESSERET LAURENT et HAUSER
JEAN MICHEL.

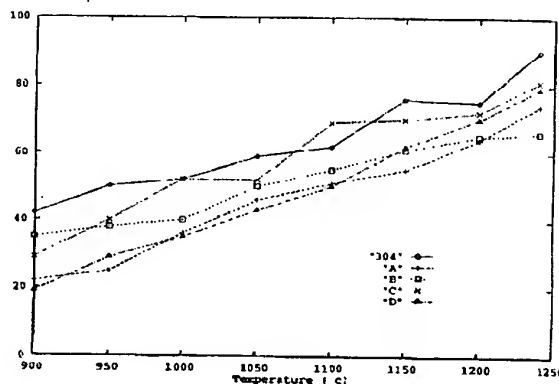
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 ACIER INOXYDABLE AUSTENITIQUE COMPORTANT UNE TRES FAIBLE TENEUR EN NICKEL.

⑤7 Acier inoxydable austénitique comportant une teneur
très faible en nickel, de composition pondérale suivante:

carbone < 0, 1%
0, 1% < silicium < 1%
5% < manganèse < 9%
0, 1 < nickel < 2%
13% < chrome < 19%
1% < cuivre < 4%
0, 1% < azote < 0, 40%
5 10⁻⁴% < bore < 50. 10⁻⁴%
phosphore < 0, 05%,
soufre < 0, 01%.



FR 2 766 843 - A1



**ACIER INOXYDABLE AUSTENITIQUE
COMPORTANT UNE TRES FAIBLE TENEUR EN NICKEL**

L'invention concerne un acier inoxydable austénitique comportant une teneur très faible en nickel.

5 Les aciers inoxydables sont classés par grandes familles en fonction de leur structure métallurgique. Les aciers austénitiques sont des aciers comportant généralement dans leur composition pondérale une teneur en nickel supérieure à 3%. Par exemple, un acier austénitique N° 1.4301 de la norme NF EN 10 088 (AISI 304)
10 comporte dans sa composition plus de 8% de nickel.

Le coût élevé de l'élément nickel et les variations incontrôlables de son prix orientent les sidérurgistes à mettre au point des aciers austénitiques dont la composition ne comporte pas de nickel ou bien en comporte très peu.

15 Le but de l'invention est de réaliser un acier austénitique dit « à très basse teneur en nickel » présentant notamment des propriétés mécaniques et de soudage équivalentes, et même supérieures à celles des aciers austénitiques comportant une teneur élevée en nickel.

Les directives internationales orientent vers une baisse du
20 relargage en nickel des matériaux, notamment dans le domaine de l'eau et du contact cutané.

L'objet de l'invention est un acier austénitique comportant une teneur très faible en nickel, caractérisé en la composition pondérale suivante :

25 carbone < 0,1%
0,1% < silicium < 1%
5% < manganèse < 9%
0,1% < nickel < 2%
13% < chrome < 19%
30 1% < cuivre < 4%
0,1% < azote < 0,40%,
5 10⁻⁴% < bore < 50.10⁻⁴%

phosphore < 0,05%,

soufre < 0,01%.

Les autres caractéristiques de l'invention sont :

- la composition satisfait à la relation définissant un indice

5 ferritique IF_1 :

$$IF_1 = 0,034x^2 + 0,284x - 0,347 < 20 \text{ avec}$$

$$x = 6,903.[- 6,998 + Cr\% - 0,972.(Ni\% + 21,31 N\% + 20,04.C\% + 0,46.Cu\% + 0,08.Mn\%)]$$

- la composition satisfait à la relation suivante utilisant un indice

10 de stabilité martensitique IS :

$$IS = 0,0267.x^2 + 0,4332x - 3,1459 < 20 \text{ avec :}$$

$$x = 250,4 - 205,4.C\% - 101,4.N\% - 7,6.Mn\% - 12,1.Ni\% - 6,1.Cr\% - 13,3.Cu\%.$$

- l'acier comporte dans sa composition moins de 1% de nickel.

15 - de 15% à 17% de chrome.

- moins de 0,08% de carbone.

- de 0,5% à 0,7% de silicium.

- moins de 2% de molybdène.

- moins de 0,0020% de soufre.

20 - il comporte, en outre, dans sa composition, moins de 0,010% à 0,030% d'aluminium et de $5.10^{-4}\%$ à $20.10^{-4}\%$ de calcium.

La description qui suit, complétée par la figure annexée, le tout donné à titre d'exemple non limitatif, fera mieux comprendre l'invention.

25 La figure unique présente des caractéristiques de striction en fonction de la température pour différents aciers.

L'acier austénitique selon l'invention est élaboré en limitant la teneur en nickel de la composition. L'effet austénisant, habituellement attribué à l'élément nickel, doit nécessairement être
30 compensé par des éléments gamagènes comme le manganèse, le cuivre, l'azote et le carbone et il est nécessaire de réduire, dans la

mesure du possible, les teneurs en éléments alphagènes tels que le chrome, le molybdène et le silicium.

L'acier selon l'invention a une solidification de type ferritique. La ferrite de solidification régresse en austénite, lors du refroidissement de l'acier, à la suite de la coulée. Au stade de la coulée, l'acier étant refroidi, la teneur en ferrite résiduelle en pourcentage volumique est approximativement donnée par l'indice suivant établi expérimentalement :

$$IF_2 = 0,1106.x^2 + 0,0331.x + 0,403 \text{ avec}$$

$$x = 2,52.[-7,65 + Cr\% + 0,03.Mn\% - 0,864.(Ni\% + 16,10.C\% + 19,53.N\% + 0,35.Cu\%)]$$

A ce stade, la teneur en ferrite des aciers selon l'invention est inférieure à 5%.

L'acier est ensuite réchauffé pour laminage à chaud à 1240°C pendant 30 mn. On constate que la teneur en ferrite est alors représentée par la relation :

$$IF_1 = 0,034.x^2 + 0,284.x - 0,347 \text{ avec}$$

$$x = 6,903.[-6,998 + Cr\% - 0,972.(Ni\% + 21,31.N\% + 20,04.C\% + 0,46.Cu\% + 0,08.Mn\%)]$$

L'acier selon l'invention contient moins de 20% de ferrite après réchauffage de 30 mn à 1240°C.

Après laminage à chaud et traitement hypertrempe à 1100°C pendant 30 mn, l'acier selon l'invention présente un pourcentage de ferrite inférieur à 5%. On obtient après corroyage à chaud, recuit, corroyage à froid et recuit, un acier ne comportant que quelques traces de ferrite résiduelle.

La mesure de la proportion austénite/ferrite a été évaluée par aimantation à saturation ou par analyse par diffraction des rayons X.

Du point de vue du rôle des éléments contenus dans la composition, le carbone est limité à une teneur inférieure à 0,1% pour éviter une sensibilisation de l'acier à la corrosion intergranulaire après traitement à des températures comprises entre 550°C et 800°C. De

préférence, la teneur en carbone est inférieure à 0,08% pour la même raison.

L'azote et le carbone ont un effet semblable sur le mode de solidification, l'équilibre des phases ferrite et austénite et la stabilité
5 de l'austénite vis-à-vis de la formation de martensite, bien que l'azote ait un caractère légèrement plus austénitisant que le carbone.

Le manganèse accroît la solubilité de l'azote. Une teneur minimale de 5% de cet élément est nécessaire pour dissoudre assez d'azote et garantir à l'acier une structure austénitique. La limite
10 supérieure de 9% de la teneur en manganèse dans la composition de l'acier de l'invention et liée à l'utilisation, dans l'élaboration de l'acier selon l'invention, de ferro-manganèse carburé, de préférence à du ferro-manganèse affiné. L'effet du manganèse sur la proportion en ferrite est constant pour des teneurs comprises entre 5% et 9%. En
15 outre, on doit également limiter la teneur en manganèse pour éviter de détériorer la ductilité à chaud.

Le silicium est volontairement limité à moins de 1%, et, de préférence à moins de 0,7% pour éviter la formation de ferrite et pour avoir un comportement satisfaisant de l'acier au décapage. La teneur
20 minimale de 0,1% est nécessaire dans l'élaboration et une teneur minimale de 0,5% est préférable pour éviter la formation d'oxyde de type olivine. En effet, lors de la transformation de l'acier par laminage à chaud, il se forme sur un acier selon l'invention et ne comportant qu'une faible teneur en silicium, par exemple moins de 0,5%, des
25 oxydes du type olivine ($\text{FeO/SiO}_2/\text{MnO}$) à bas point de fusion.

Pendant l'opération de laminage à chaud, il se forme, si la teneur en silicium est inférieure à 0,5%, une zone mixte à matrice métallique contenant ces oxydes à l'état liquide, ce qui entraîne un mauvais état de surface sur la bande d'acier notamment après
30 décapage.

Pour éviter la formation de ces oxydes, à bas point de fusion, on a constaté qu'il fallait enrichir la composition de l'acier en silicium

au delà de 0,5%. On forme alors des oxydes à point de fusion plus élevé qui ne posent plus de problème d'état de surface lors du laminage à chaud.

Le silicium est limité à une teneur inférieure à 2%, et, de préférence à 1% car compte tenu des autres éléments de la composition, il ne contribue pas, lorsque sa teneur est plus élevée, à l'obtention d'une structure austénitique.

Le nickel est un élément essentiel des aciers austénitiques en général, et le problème posé de l'invention est notamment l'obtention d'un acier austénitique contenant peu de nickel, élément cher, de prix très variable, incontrôlable, qui, du fait des fluctuations de prix, perturbe le bon fonctionnement de l'entreprise chargée de l'élaboration de l'acier. Le nickel a aussi l'inconvénient d'augmenter la sensibilité à la corrosion sous tension des aciers austénitiques. Nous avons également constaté que la limitation en nickel permettait l'élaboration d'une nouvelle génération d'acier comportant des propriétés améliorées comme il sera décrit ci-dessous.

Une teneur en chrome supérieure à 13%, et, de préférence à 15%, est nécessaire pour garantir une résistance à la corrosion de l'acier inoxydable.

La limite de la teneur en chrome à 19%, et de préférence à 17%, est liée au fait que l'acier selon l'invention doit rester avec une teneur en ferrite inférieure à 5% après le traitement d'hypertrempe. Des teneurs en chrome supérieures à 19% entraînent des teneurs en ferrite trop importantes qui ne garantissent pas un allongement en traction suffisant.

Pour garantir une structure de type austénitique du fait de la réduction de la teneur en nickel, il faut un minimum de 1% de cuivre. Au delà d'une teneur de 4% de cuivre, la forgeabilité de l'acier se détériore fortement et la transformation à chaud dudit acier devient difficile. Le cuivre a un effet austénitisant égal à environ 40 % de celui du nickel.

Pour garantir également la structure de type austénitique de l'acier selon l'invention, une teneur d'au moins 0,1% d'azote est demandée. Au delà d'une teneur de 0,4% d'azote, il se forme au sein de l'acier, pendant la solidification, des bulles de ce gaz dites
5 « soufflures ».

La teneur en azote nécessaire peut être élevée lorsque l'on introduit dans la composition de l'acier, pour l'amélioration de la résistance à la corrosion, du molybdène avec des teneurs inférieures à 2%. Des teneurs en molybdène supérieures à 2% nécessitent un
10 apport supérieur à 0,4% en azote pour éviter la présence de ferrite, ce qui n'est pas réalisable lors d'une élaboration de l'acier à la pression normale.

La composition de l'acier selon l'invention contient du bore dans une proportion comprise entre $5 \cdot 10^{-4}\%$ et $50 \cdot 10^{-4}\%$. L'apport du
15 bore dans la composition améliore de façon conséquente la ductilité à chaud, notamment entre 900°C et 1150°C, comme matérialisé par les caractéristiques en striction en traction à chaud en fonction de la température. Au delà de $50 \cdot 10^{-4}\%$ de bore, il se produit un abaissement trop important du point de brûlure, c'est-à-dire qu'il y a
20 un risque de formation de plages de métal liquide au réchauffage avant laminage.

Le soufre est introduit dans l'acier dans une proportion inférieure à 0,01% pour assurer à l'acier une tenue satisfaisante à la corrosion par piquûre. De préférence, la teneur en soufre est inférieure
25 à $20 \cdot 10^{-4}\%$, ce qui améliore notablement la ductilité à chaud à 1000°C et au delà.

La basse teneur en soufre peut être obtenue par l'utilisation contrôlée de calcium et d'aluminium générant des teneurs finales en aluminium de 0,01 à 0,03% et des teneurs en calcium de $5 \cdot 10^{-4}\%$ à
30 $20 \cdot 10^{-4}\%$.

En outre, l'aluminium est volontairement limité à 0,030% pour éviter la formation de nitrures d'aluminium qui, lors de traitement thermique, tendent à limiter la croissance des grains.

L'oxygène doit être maintenu à un bas niveau de $100.10^{-4}\%$,
 5 et, de préférence à un niveau inférieur à $60.10^{-4}\%$ pour pouvoir désulfurer le bain d'acier en fusion et obtenir une basse teneur en soufre.

La teneur en phosphore est limitée à 0,05%, comme dans la plupart des aciers inoxydables austénitiques pour limiter les
 10 ségrégations lors de la solidification des soudures et les phénomènes de déchirure à chaud qui peuvent en résulter lors du refroidissement de celles-ci.

L'acier selon l'invention est comparé, dans la description, à un acier de type AISI 304 dit de «référence». La composition de l'acier
 15 selon l'invention est présentée dans les tableaux 1 et 2 de l'annexe 1 ci-après, pages 14 et 15.

Dans la description, les compositions de l'acier selon l'invention sont marquées d'un astérisque.

Le tableau 3 suivant présente pour différents aciers, les valeurs
 20 des indices IF_1 , IF_2 et IS calculées.

Tableau 3.

	Acier	IF_1	IF_2	IS.
	*567	5,1	6,3	5,1
	*569	0,9	3,6	15,1
25	570	43,6	25,7	15,1
	571	25,1	18,3	5,6
	572	19,0	12,1	75,9
	*574	2,7	5,7	2,8
	576	25,4	16,8	5,9
30	*577	13,1	12,8	- 4,9
	578	2,9	4,9	32,4
	*579	- 0,9	2,4	1,5

	*580	8,6	9,0	3,7
	*583	- 0,2	4,4	4,1
	*584	5,7	7,5	4,3
	*585	- 0,6	2,4	1,7
5	*587	0,9	0,5	- 1,9
	*588	11,8	11,8	- 2,1
	*590	7,5	9,5	4,0
	*592	- 0,8	2,2	- 2,6
	*594	1,5	0,5	- 4,4
10	*596	- 0,7	2,5	- 4,8
	*653	6,5	7,9	4,2
	*654	6,3	7,9	4,3
	662	24,2	17,6	7,6
	665	23,8	16,0	7,1
15	667	40,4	24,5	13,7
	*720	0,3	4,1	- 4,8
	*723	3,5	6,0	7,1
	768	0,2	3,6	3,4
	*769	0,8	4,1	5,8
20	*771	2,6	5,5	5,1
	774	- 0,4	3,0	0,3
	*775	1,6	4,5	5,8
	*783	1,0	4,3	4,9

25 Le tableau 4 présente les valeurs mesurées de IF₂, IF₁, ainsi que le taux de martensite IS mesuré formé après une déformation de 30% en traction.

Tableau 4.

30	ACIER	IF2	IF1	% de ferrite après Hypertrempe	% de martensite après traction.
	*567	2,7	9,9	0,2	2,6
	*569	0,7	0,3	0,2	13,3

	570	17,1	42,8	0,2	-
	571	9,9	25,5	10,9	-
	572	6,7	21,0	4,4	75,8
	*574	0,9	1,4	0,2	1,2
5	576	9,1	25,6	8,6	-
	*577	4,9	12,0	4,6	1,2
	578	0,7	1,3	0,3	37,8
	*579	0,2	0,2	0,2	0,4
	*580	3,4	9,0	0,6	2,6
10	*583	0,8	0,8	0,2	0,1
	*584	2,0	6,8	0,3	1,5
	*585	0,3	0,2	0,2	0,3
	*587	0,2	0,2	0,2	0,9
	*588	3,9	12,9	2,9	-
15	*590	2,2	7,0	0,2	2,4
	*592	0,4	0,2	0,2	0,4
	*594	0,2	0,2	0,2	0,2
	*596	0,3	0,2	0,2	0,2
	*671	3,3	3,7	0,2	7,0

20 - Propriété à chaud de l'acier selon l'invention.

La ductilité à chaud a été mesurée par des tests de traction à chaud. Les mesures ont été réalisées sur un acier brut de solidification et sur un acier corroyé et recuit.

25 L'acier corroyé est obtenu par forgeage à une température de départ de 1250°C. L'acier subit ensuite un recuit à une température de 1100°C pendant 30 mn. Le cycle thermique du test de traction comprend une montée en température à 1240°C avec une vitesse de 20°C/s, un maintien à la température de 1240°C pendant une minute et une descente à une vitesse de 2°C/s jusqu'à la température de 30 déformation. On mesure la striction diamétrale qui correspond au rapport, exprimé en %, de la différence entre diamètre initial et diamètre final par le diamètre initial.

La figure unique présente des caractéristiques de striction en fonction de la température de déformation pour les aciers 769-(B) et 771-(C) selon l'invention comparés aux aciers 774-(D) bas soufre, 768-(A) sans bore et à l'acier 671 dit «de référence » (AISI 304).

5 L'acier 768-(A) à 30 10⁻⁴% de soufre sans bore présente une ductilité à chaud nettement plus faible que l'acier de référence. Il en est de même pour l'acier 774-(D) à 9.10⁻⁴% de soufre sans bore. L'addition de bore améliore, comme présenté sur la figure, la ductilité entre 900°C et 1050°C.

10 On remarque, en outre, qu'en présence de bore, l'acier 771-(C) ayant une teneur en soufre inférieure à 20.10⁻⁴% présente une meilleure caractéristique en ductilité à chaud dans tout le domaine de température compris entre 900°C et 1250°C et se rapproche en ductilité de l'acier de référence 671.

15 - Propriétés mécaniques, à température ambiante de l'acier selon l'invention.

Les propriétés mécaniques ont été évaluées sur un acier corroyé recuit. Le corroyage est effectué par forgeage à partir de 1250°C. L'acier subit ensuite un recuit à une température de 1100°C pendant 30 mn en bain de sel. Les éprouvettes de test de traction utilisées sont des éprouvettes de fût de section circulaire ayant un diamètre de 5 mm et une longueur de 50 mm. Elles sont soumises à une vitesse de traction de 20 mm/minute. Les aciers selon l'invention présentent un allongement compris entre 55% et 67%. A titre de
20 comparaison, le tableau 5 suivant présente les caractéristiques mesurées de l'acier selon l'invention, d'aciers à basse teneur en nickel
25 hors invention et d'un acier de référence de type AISI 304.

Tableau 5.

Propriété mécaniques.

Coulée	RPO.2 (Mpa)	Rm (Mpa)	A%	$\frac{d(\ln(\sigma))}{d(\ln(\epsilon))}$
*567	282	623	66.0	0.479
*569	309	747	62.7	0.615

570	393	657	54.8	0.319
571	376	703	57.5	0.395
572	294	1010	33.7	
*574	323	679	66.0	0.483
576	340	641	57.5	0.351
*577	348	688	59.4	0.395
578	331	800	55.9	0.59
*579	343	690	62.5	0.438
*580	330	681	61.9	0.42
*583	345	651	58.8	0.378
*584	325	686	64.2	0.454
*585	342	679	61.3	0.403
*587	287	528	62.0	0.434
*588	365	705	57.6	0.357
*590	380	757	62.9	0.457
*592	330	660	60.6	0.397
*594	266	599	58.5	0.387
*596	316	660	63.7	
*654	341	700	65.0	0.467
662	375	830	42.4	
665	378	677	58.5	0.359
667	375	700	61.4	0.423
671	232	606	67.0	0.587
AISI 304	230	606	67	-

Le taux de martensite après 30% de déformation vraie en traction a été mesuré (tableau 4) : Pour l'acier selon l'invention, il est inférieur à 20%.

- 5 Aucune trace de martensite ε n'a été observée sur les éprouvettes de l'acier selon l'invention déformées à rupture. Les aciers selon l'invention dont l'indice IS est inférieur à 20 et dont l'indice IF₁ est inférieur à 20 présentent un allongement en traction supérieur à 55% après transformation telle que définie ci-dessus. Un
- 10 tel allongement est nécessaire pour obtenir une ductilité à froid adéquate.

-Résistance à la corrosion.

- Dans le domaine de la corrosion intergranulaire, un test suivant la norme ASTM 262 E a été effectué sur des aciers comportant des
- 15 teneurs en carbone et azote variables. Les aciers sur lesquels le test

est pratiqué sont des aciers mis sous forme d'une bande laminée à chaud de 3 mm d'épaisseur et recuite à 1100°C (hypertrempe).

Les aciers subissent ensuite un des deux traitements de sensibilisation qui suivent:

5 a) un recuit à 700°C pendant 30 mn suivi d'une trempe à l'eau ou,

b) un recuit à 650°C pendant 10 mn suivi d'une trempe à l'eau.

Les résultats du test sont présentés sur le tableau 6 suivant :

Tableau 6.

10	a				b			
	Acier 700°C/30 mn + trempe à l'eau				650°C/30 mn + trempe à l'eau			
	Perte de	fissures	Test		Perte de	fissures	Test	
	masse (mg)	μm			masse (mg)	μm		
15	721	4,6	0	Bon	2,7	-	Bon	
	567	4,8	20	Bon	-	-	Bon	
	592	4,95	65	Bon	-	-	Bon	
	584	27,7	2500	Mauvais	3,3	0	Bon	
	594	70,6	2500	Mauvais	5,4	22	Mauvais	
20	596	68,9	2500	Mauvais	9,4	1250	Mauvais	

Les aciers hors invention, comportant plus de 0,1% de carbone, comme les aciers 594 et 596, ne présentent pas de caractéristiques acceptables.

25 Les aciers selon l'invention qui contiennent dans leur composition moins de 0,1% de carbone, comme les aciers 567, 592, 584, sont comparables en terme de corrosion intergranulaire, à l'acier AISI 304 pour le test b.

30 Seuls, les aciers selon l'invention contenant dans leur composition moins de 0,080% de carbone sont comparables à l'acier AISI 304 pour le test a. La teneur de carbone selon l'invention est

donc limitée à moins de 0,1%, et, de préférence limitée à moins de 0,08%.

Coulée	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	S ppm	P	N2	V	Co	Al %	Ca pm	O ² ppm	Bore ppm
* 567	0.047	0.408	8.500	1.586	15.230	0.033	2.953	25	0.023	0.119	0.081	0.050	0.012	6	64	12
* 569	0.116	0.406	6.509	1.621	15.270	0.048	2.413	21	0.023	0.115	0.069	0.042	0.011	7	41	22
570	0.047	0.398	8.583	0.501	17.170	0.046	2.421	32	0.024	0.115	0.076	0.039	<0.010	<5	85	<5
571	0.114	0.376	6.490	0.493	17.450	0.045	2.997	9	0.023	0.121	0.072	0.043	0.026	17	30	<5
572	0.049	0.389	6.469	0.495	15.300	0.044	2.405	12	0.023	0.115	0.072	0.046	0.023	<5	42	27
* 574	0.117	0.425	8.482	0.497	15.240	0.046	2.999	15	0.025	0.125	0.077	0.041	0.011	12	28	13
576	0.048	0.390	6.480	1.623	17.330	0.038	3.007	21	0.023	0.123	0.071	0.040	<0.010	<5	89	<5
* 577	0.116	0.421	8.508	1.628	17.360	0.046	2.407	27	0.024	0.118	0.075	0.039	0.012	6	40	19
578	0.048	0.396	6.469	0.503	15.420	0.047	3.004	26	0.025	0.204	0.072	0.045	<0.01	<5	91	<5
* 579	0.114	0.429	8.513	0.503	15.410	0.049	2.410	22	0.024	0.210	0.078	0.041	0.021	8	29	19
* 580	0.051	0.414	6.427	1.624	17.420	0.052	2.409	8	0.024	0.215	0.078	0.043	0.028	19	30	23
* 583	0.115	0.391	8.528	1.619	17.310	0.051	2.999	10	0.024	0.214	0.072	0.038	0.026	16	32	17
* 584	0.081	0.398	7.466	1.067	16.280	0.037	2.702	15	0.024	0.167	0.074	0.042	0.020	14	31	22
* 585	0.044	0.404	8.479	1.629	15.440	0.046	2.434	34	0.024	0.212	0.077	0.042	0.012	<5	58	15
* 587	0.113	0.378	6.535	1.633	15.230	0.046	3.020	19	0.025	0.206	0.074	0.044	0.016	18	39	12
* 588	0.050	0.381	8.440	0.532	17.070	0.048	3.027	14	0.023	0.211	0.072	0.040	0.016	12	44	15
* 590	0.114	0.429	6.476	0.496	17.420	0.044	2.420	9	0.023	0.215	0.076	0.041	0.022	19	36	26
* 592	0.046	0.429	8.485	1.606	15.380	0.045	3.009	24	0.024	0.202	0.076	0.040	0.020	10	41	26
* 594	0.107	0.404	8.498	1.627	15.280	0.046	3.002	20	0.024	0.215	0.075	0.041	0.013	9	49	23
* 596	0.116	0.398	8.556	1.622	15.280	0.045	3.014	19	0.024	0.130	0.074	0.040	0.015	12	45	19

Coulée	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	S ppm	P	N2	V	Co	Al %	Ca ppm	O ² ppm	Bore ppm
* 653	0.084	0.420	7.476	1.060	16.330	0.049	2.678	35	0.024	0.162	0.078	0.041	0.012	5	47	18
*654	0.084	0.432	7.454	1.062	16.320	0.045	2.691	32	0.022	0.162	0.077	0.041	0.015	7	43	21
662	0.114	0.432	6.448	0.491	17.260	0.044	3.018	7	0.024	0.115	0.073	0.041	<0.010	<5	59	18
665	0.051	0.468	6.495	1.611	17.140	0.043	3.018	11	0.027	0.117	0.076	0.042	<0.010	<5	78	<5
667	0.051	0.470	8.469	0.477	17.260	0.470	2.390	7	0.021	0.127	0.077	0.038	<0.010	<5	61	12
* 720	0.068	0.419	8.425	1.665	16.410	0.047	3.049	29	0.025	0.202	0.074	0.040	0.010	12	52	20
* 723	0.069	0.415	8.311	0.557	15.460	0.051	3.022	27	0.025	0.170	0.077	0.035	0.012	14	39	23
768	0.071	0.758	8.522	0.512	15.280	0.049	3.036	30	0.025	0.200	0.077	0.039	<0.010	<5	55	<5
* 769	0.075	0.788	8.552	0.508	15.130	0.052	3.006	35	0.027	0.180	0.073	0.043	0.015	6	42	25
* 771	0.075	0.787	8.608	0.487	15.340	0.048	3.021	9	0.029	0.170	0.079	0.042	0.025	17	28	29
774	0.075	0.762	8.548	0.792	15.270	0.049	3.015	9	0.026	0.196	0.073	0.038	0.010	<5	60	<5
* 775	0.071	0.372	8.523	0.492	15.280	0.049	3.022	32	0.026	0.181	0.078	0.041	0.013	8	41	20
* 783	0.071	0.704	8.542	0.488	15.260	0.051	3.029	64	0.023	0.188	0.072	0.046	<0.010	<5	79	31
670	0.094	0.470	6.389	4.217	16.270	0.104	0.082	28	0.023	0.166	0.070	0.059	<0.010	<5	62	<5
671	0.035	0.393	1.510	8.550	18.050	0.201	0.200	25	0.016	0.048	0.078	0.117	<0.010	<5	58	<5
672	0.037	0.424	1.417	8.625	18.080	0.207	0.210	10	0.018	0.043	0.077	0.117	<0.010	<5	59	<5
721	0.037	0.385	1.414	8.577	18.230	0.199	0.213	36	0.019	0.041	0.053	0.115	<0.010	<5	65	<5
766	0.044	0.322	0.437	0.156	16.400	0.025	0.102	22	0.022	0.035	0.076	0.000	<0.010	<5	64	<5

Les coulées précédées de * sont selon l'invention

REVENDICATIONS

1. Acier inoxydable austénitique comportant une teneur très faible en nickel, caractérisé en la composition pondérale suivante :

- 5 carbone < 0,1%
 0,1% < silicium < 1%
 5% < manganèse < 9%
 0,1 < nickel < 2%
 13% < chrome < 19%
 10 1% < cuivre < 4%
 0,1% < azote < 0,40%
 5.10⁻⁴% < bore < 50.10⁻⁴%
 phosphore < 0,05%,
 soufre < 0,01%.

15

2. Acier austénitique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la composition satisfait à la relation utilisant un indice ferritique IF₁:

$$IF_1 = 0,034x^2 + 0,284x - 0,347 < 20 \text{ avec}$$

$$20 \quad x = 6,903.[- 6,998 + Cr\% - 0,972.(Ni\% + 20,04.C\% + 21,31.N\% + 0,46.Cu\% + 0,08.Mn\%)].$$

3. Acier austénitique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la composition satisfait à la relation suivante utilisant un indice de stabilité martensitique IS:

$$IS = 0,0267.x^2 + 0,4332x - 3,1459 < 20 \text{ avec,}$$

$$x = 250,4 - 205,4.C\% - 101,4.N\% - 7,6.Mn\% - 12,1.Ni\% - 6,1.Cr\% - 13,3.Cu\%.$$

30 4. Acier austénitique selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte dans sa composition moins de 1% de nickel.

5. Acier austénitique selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte dans sa composition de 15% à 17% de chrome.

5 6. Acier austénitique selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte dans sa composition moins de 0,08% de carbone.

7. Acier austénitique selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte dans sa composition de 0,5% à 0,7% de silicium.

10

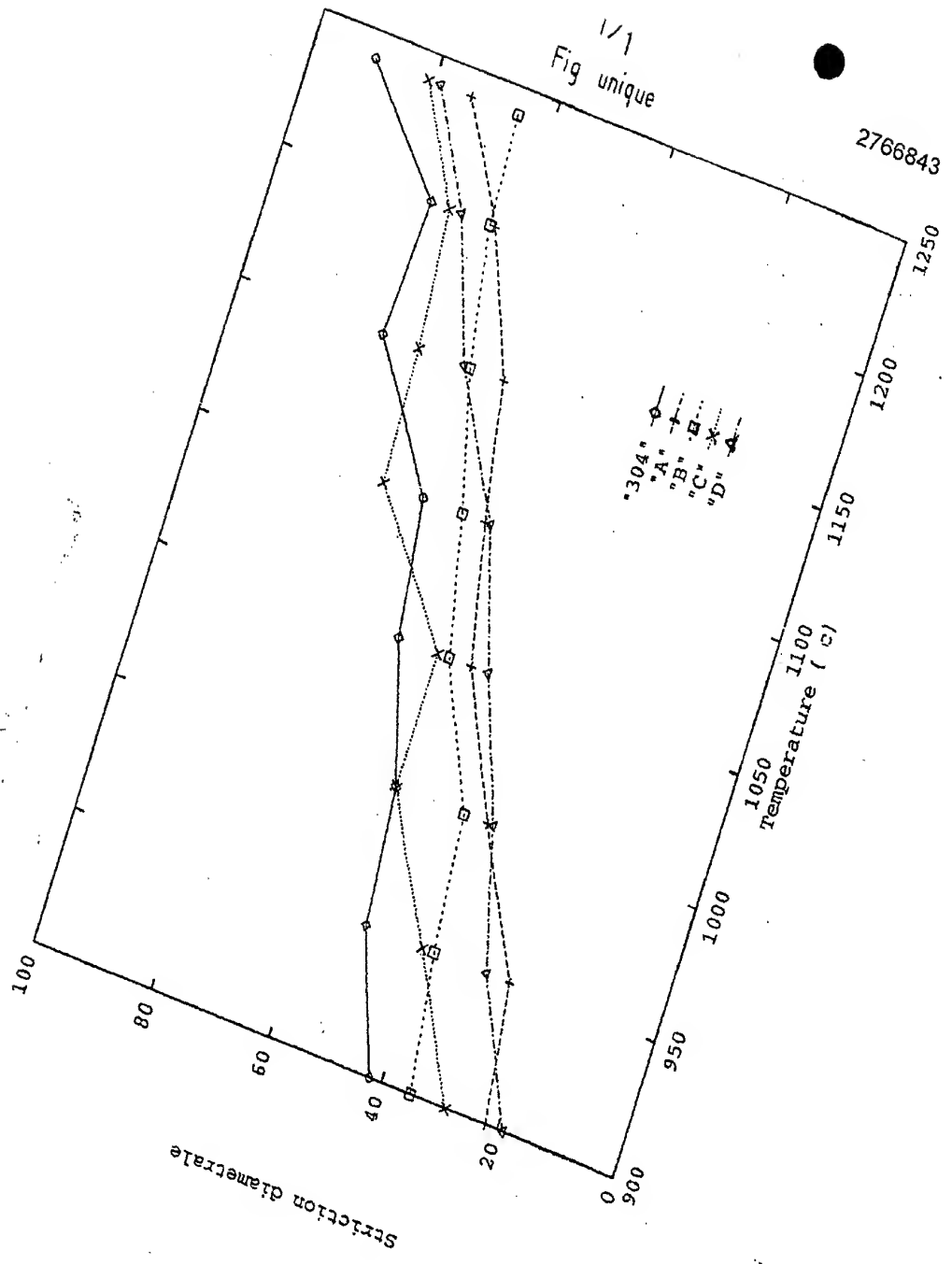
8. Acier austénitique selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte en outre dans sa composition moins de 2% de molybdène.

15 9. Acier austénitique selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte en outre dans sa composition moins de 0,0020% de soufre.

20 10. Acier austénitique selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte en outre dans sa composition de 0,010% à 0,030% d'aluminium et de $5 \cdot 10^{-4}\%$ à $20 \cdot 10^{-4}\%$ de calcium.

1/1
Fig unique

2766843



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE
établi sur la base de dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 546619
FR 9709617

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	FR 2 074 865 A (NISSHIN STEEL CO LTD) *Revendications 2,4;page 4,1.20-24 et 1.30-39;page 5,1.12-17;Tableau 1,acier NY-7*	1,8
A	--- SU 538 055 A (GRIKUNOV ET AL.) * le document en entier *	1,5,8
A	--- FR 2 071 667 A (NISSHIN STEEL CO LTD) * revendications 1-4 *	1

		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		C22C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
7 avril 1998		Lippens, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)